# Guía docente
# 295504 - FETRA - Fenómenos del Transporte

**Última modificación:** 04/06/2026

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Barcelona Este
**Unidad que imparte:** 713 - EQ - Departamento de Ingeniería Química.

**Titulación:**
GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES (Plan 2010). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2026 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** EULALIA PLANAS CUCHI

**Otros:**
Primer quadrimestre:
ALBA ÁGUEDA COSTAFREDA - Grup: M1
EULALIA PLANAS CUCHI - Grup: M1

## CAPACIDADES PREVIAS

Fundamentos de Química, termodinámica, ecuaciones diferenciales, cálculo numérico.

## REQUISITOS

TERMODINÀMICA - Precorequisit

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

**Específicas:**
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases expositivas de teoría y problemas, clases de problemas participativas, estudio de un caso

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

La asignatura pretende introducir a los estudiantes en el estudio conjunto de la transferencia de energía, materia y cantidad de movimiento. Darles a conocer las leyes básicas que rigen estos tres fenómenos, íntimamente relacionados, para que puedan formular los modelos matemáticos que representan los aspectos fundamentales de los problemas reales de los procesos químicos. Al finalizar el curso el estudiante debe ser capaz de:
OE1. Aplicar las leyes que rigen la transferencia de cantidad de movimiento, energía y materia e interrelacionar los tres fenómenos.
OE2. Formular modelos matemáticos complejos que representen sistemas reales tanto en estado estacionario como no estacionario.
OE3. Plantear modelos para obtener los coeficientes de transporte individuales y globales necesarios para la resolución de problemas reales.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo | Horas | Porcentaje |
|---|---|---|
| Horas grupo grande | 60,0 | 40.00 |
| Horas aprendizaje autónomo | 90,0 | 60.00 |

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### INTRODUCCIÓN A LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE

**Descripción:**
Qué es la ingeniería química?. Evolución histórica de la ingeniería química. Aparición de los fenómenos de transporte como disciplina en la ingeniería química. Fundamentos de los balances, formas diferencial e integral.

**Objetivos específicos:**
OE1

**Actividades vinculadas:**
Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

**Competencias relacionadas:**
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

**Dedicación:** 5h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 3h

## ECUACIONES DE VELOCIDAD DEL TRANSPORTE MOLECULAR

**Descripción:**
Introducción: estados físicos y comportamiento de la materia. Transporte de cantidad de movimiento: Ley de Newton, viscosidad, fluidos no newtonianos. Transporte de energía calorífica: Ley de Fourier, conductividad térmica. Transporte de materia: Ley de Fick, difusividad. Ecuación de velocidad generalizada.

**Objetivos específicos:**
OE1

**Actividades vinculadas:**
Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

**Competencias relacionadas:**
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

**Dedicación:** 20h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 12h

## ECUACIONES DE CONSERVACIÓN

**Descripción:**
Balance microscópico de materia: ecuación de continuidad, combinación del balance y la ecuación de velocidad. Balance microscópico de cantidad de movimiento: ecuación del movimiento. Balances microscópicos de energía total, calorífica y mecánica: ecuación de la energía. Ecuaciones de conservación no dimensionales.

**Objetivos específicos:**
OE1

**Actividades vinculadas:**
Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

**Competencias relacionadas:**
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

**Dedicación:** 19h 10m
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 9h 45m
Aprendizaje autónomo: 5h 25m

## TRANSPORTE MOLECULAR EN ESTADO ESTACIONARIO

**Descripción:**
Transporte de cantidad de movimiento: perfiles de velocidad. Transporte de energía calorífica: perfiles de temperatura. Transporte de materia: perfiles de concentración. Transporte simultáneo de las propiedades. Utilización de las ecuaciones de conservación no dimensionales. Estudio de la difusión con reacción química.

**Objetivos específicos:**
OE1, OE2

**Actividades vinculadas:**
Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

**Competencias relacionadas:**
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

**Dedicación:** 27h 45m
Grupo grande/Teoría: 7h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 17h 15m

## TRANSPORTE MOLECULAR EN ESTADO NO ESTACIONARIO

**Descripción:**
Ecuaciones de conservación. Resolución de les ecuaciones: aplicación a cuerpos finitos i medios semiinfinitos

**Objetivos específicos:**
OE1, OE2

**Actividades vinculadas:**
Autoaprendizaje a través de vídeos de la parte de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1, A2

**Competencias relacionadas:**
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

**Dedicación:** 18h 45m
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 12h 15m

## TRANSPORTE TURBULENTO

**Descripción:**
Descripción y aproximaciones al estudio de la turbulencia. Técnica de los valores medios. Ecuaciones de conservación. Ecuaciones para el cálculo de las densidades de flujo turbulento. Perfil universal de las propiedades

**Objetivos específicos:**
OE1, OE2

**Actividades vinculadas:**
Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

**Competencias relacionadas:**
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

**Dedicación:** 11h 28m
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h
Aprendizaje autónomo: 5h 58m

## TEORÍA DE LA CAPA LÍMITE

**Descripción:**
Introducción. Teoría de Prandtl: ecuaciones fundamentales. Capa límite sobre superficies planas: régimen laminar y turbulento

**Objetivos específicos:**
OE1,OE2

**Actividades vinculadas:**
Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas: A1

**Competencias relacionadas:**
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

**Dedicación:** 6h 15m
Grupo grande/Teoría: 1h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h
Aprendizaje autónomo: 3h 45m

## COEFICIENTES DE TRANSPORTE INDIVIDUALES Y GLOBALES

**Descripción:**
Coeficientes de transporte individuales. Cantidad de movimiento: factor de rozamiento. Coeficientes individuales de transmisión de calor y de transferencia de materia. Teorías sobre los coeficientes de transporte: pelicular, penetración, etc. Coeficientes de transporte globales. Unidades de transferencia.

**Objetivos específicos:**
OE1, OE2, OE3

**Actividades vinculadas:**
Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas A1

**Competencias relacionadas:**
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

**Dedicación:** 18h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 12h

## ANALOGÍAS ENTRE LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE

**Descripción:**
Relaciones básicas. Descripción de diferentes analogías: Reynolds y Sherwood-Karman, Prandtl-Taylor y Colburn, Karman y Sherwood.

**Objetivos específicos:**
OE1, OE2, OE3

**Actividades vinculadas:**
Clases de teoría. Clases de problemas. Aprendizaje autónomo. Actividades evaluativas A1

**Competencias relacionadas:**
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

**Dedicación:** 6h
Grupo grande/Teoría: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 4h 30m

## ACTIVIDADES

### A1-CUESTIONARIOS

**Descripción:**
Cuestionario tipo test s'avaluació continuada que se irán haciendo a lo largo del curso

**Objetivos específicos:**
OE1, OE2, OE3

**Material:**
Apuntes de clase . Transparencias . Lecturas . Problemas resueltos en clase

**Entregable:**
Respuestas a las preguntas del cuestionario que se entregan al finalizar la actividad

**Competencias relacionadas:**
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

**Dedicación:** 4h 10m
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 2h 10m

### A2-RESOLUCIÓN CON MATLAB DE UN CASO NO ESTACIONARIO

**Descripción:**
Aprendizaje autónomo a través de videos y validación mediante cuestionarios a Atenea. Resolución de un problema en estado no estacionario mediante el software MATLAB

**Objetivos específicos:**
OE1, OE2

**Material:**
Videos y cuestionarios en Atenea. Enunciado del problema a resolver Entrégate a través de Atenea . Apuntes de clase . Transparencias . Software MATLAB .

**Entregable:**
Respuesta a los cuestionarios. Solución al problema, que se deberá introducir a través de Atenea .

**Competencias relacionadas:**
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

**Dedicación:** 7h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 5h

### A3-EXAMEN PARCIAL

**Descripción:**
Examen consistente en la resolución de un problema

**Objetivos específicos:**
OE1, OE2

**Material:**
Apuntes de clase . Transparencias . Problemas resueltos de clase

**Entregable:**
Respuesta a las preguntas del examen

**Competencias relacionadas:**
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.

**Dedicación:** 4h 10m
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 2h 10m

### A4-EXAMEN FINAL

**Descripción:**
Examen final de la asignatura basado en la resolución de problemas

**Objetivos específicos:**
OE1, OE2, OE3

**Material:**
Apuntes de clase. Transparencias. Problemas resueltos. Material bibliográfico de soporte

**Entregable:**
Respuestas a las preguntas del examen

**Competencias relacionadas:**
CEB-01. Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEQUI-27. Capacidad para la síntesis de la información y el autoaprendizaje.
CEQUI-19. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

**Dedicación:** 9h
Grupo grande/Teoría: 3h
Aprendizaje autónomo: 6h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el **Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC**.

Nota final:

NF = 0,45·NEF + 0,25·NEP + 0,15·NAC + 0,15·NT

Donde:
NEF: Nota del examen final
NEP: Nota del examen parcial
NAC: Nota media de evaluación continuada de los cuestionarios
NT: Nota del trabajo de resolución de un caso mediante Matlab

La asignatura contará con una prueba de reevaluación segun el calendario y normativa académica marcados por la EEBE, esta prueba sustituirá las tres notas NEF, NEP y NAC, por tanto contará el 90%. Podran acceder a la prueba de reevaluació aquellos estudiantes que cumplan los requisitos fijados por la EEBE en su Normativa de Evaluación y Permanencia (https://eebe.upc.edu/ca/estudis/normatives-academiques/documents/eebe-normativa-avaluacio-i-permanencia-18-19-aprovat-je-2018-06-13.pdf)

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

El examen parcial y el examen final, pueden hacerse utilizando todo tipo de material bibliográfico disponible: apuntes de clase, libros de consulta, colección de problemas, etc. Las pruebas de evaluación continuada (cuestionarios) solo pueden hacerse utilizando los apuntes de clase, las lecturas y el libro de problemas.

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**
- Bird, R. Byron; Stewart, Warren E; Lightfoot, Edwin N; Mato Vázquez, Fidel. Fenómenos de transporte : un estudio sistemático de los fundamentos de transporte de materia, energía y cantidad de movimiento. Barcelona: Reverté, 1982. ISBN 8429170502.
- Brodkey, Robert S; Hershey, Harry C. Transport phenomena : a unified approach. Columbus, Ohio: Brodkey Publishing, cop. 1988. ISBN 0972663584.
- Thomson, William J. Introduction to transport phenomena. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. ISBN 0134548280.
- Beek, W. J; Muttzall, Klaus Max Karl; Heuven, J. W. van. Transport phenomena. 2nd ed. Chichester ; New York: Wiley, c1999. ISBN 0471999903.
- Deen, William M. Analysis of transport phenomena. New York [etc.]: Oxford University Press, 2013. ISBN 9780199740253.

**Complementaria:**
- Poling, Bruce E.; Praunitz, John M.; O'Connell, John P. The Properties of gases and liquids. 5th ed. New York [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2001. ISBN 0070116822.
- Schlichting, Hermann; Gersten, Klaus. Boundary-layer theory [en línea]. 9th ed. 2017. Berlin [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2017 [Consulta: 26/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-52919-5. ISBN 9783662529195.

## RECURSOS

**Otros recursos:**
Libro de Problemas y Tablas